

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

92-53

## ОТТО ГАН \*)

*К. Фаянс*

Значительное большинство первооткрывателей, удостоенных почета ежегодными лекциями данной серии, получили широкую известность как авторы работ, первоначально не имевших отношения к медицине. Поэтому выбор профессора О. Гана как героя настоящего собрания вполне отвечает этой традиции. Ему принадлежит заслуга открытия многих естественно-радиоактивных элементов (выполненных в основном химическими методами) и имевшее революционное значение открытие деления атомных ядер. Результаты этих открытий сейчас широко используются в медицине.

## БИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Отто Ган родился в 1879 г. во Франкфурте-на-Майне \*\*) и там обучался в средней школе. Затем он учился сначала в Университете Марбурга, потом два семестра в Мюнхене. Докторскую диссертацию по органической химии, выполненную под руководством Теодора Цинке,

\*) К. F a j a n s, Otto Hahn, J. Nucl. Medicine 7, 397 (1966). Седьмая ежегодная почетная лекция о пионерах атомного ядра, прочитанная 24 июня 1966 г. на 13-м ежегодном заседании Общества ядерной медицины (США). Перевод Э. И. Шарапова, под редакцией И. М. Франка.

\*\*) 8 марта 1879 г. (Прим. ред.)

он защитил в 1901 г. в Марбурге. После года военной службы во Франкфурте и двух лет работы ассистентом на лекциях Цинке он намеревался перейти на работу в химическую промышленность. Однако случилось так, что одна из фирм искала молодого химика-органика, который согласился бы поехать за границу. О. Ган оказался подходящим кандидатом, в особенности в связи с тем, что его родители готовы были оплачивать его пребывание в Англии. Сам Ган предполагал совершенствоваться там свое знание языка. Сэр Уильям Рамзей предложил ему работу в Университетском колледже в Лондоне.

В Англии, куда О. Ган прибыл в 1904 г., сэр Уильям предложил Гану выделить радий из смеси с барием в препарате, полученном из минерала. Ган вскоре нашел, что этот препарат выделяет не только emanацию радия, но и emanацию тория и что последняя должна быть продуктом распада не известного ранее радиоактивного элемента, который он назвал радиоторием. Автобиография О. Гана, появившаяся в 1962 г., так и называется: «От радиотория к делению урана».

На Рамзея это открытие произвело большое впечатление, и он обратился к Эмилю Фишеру, директору химической лаборатории Берлинского университета, с предложением предоставить Гану возможность продолжить его исследования радиоактивности. Фишер одобрил этот план. Однако Ган решил, что, прежде чем начать самостоятельную исследовательскую работу, следует продолжить изучение новой области науки у ее главы, профессора Эрнеста Резерфорда, в Мак-Гиллском университете в Монреале.

Ган провел 1905—1906 учебный год в Канаде и затем с 1906 по 1912 г. в институте Фишера. Хотя он получил должность приват-доцента (1907 г.), а затем профессора (1910 г.) Берлинского университета, его деятельность как в это время, так и в последующие годы была почти целиком посвящена исследованиям. В 1907 г. эти исследования объединились с работой Лизе Мейтнер, которая прибыла из Вены с первоначальной целью пополнить свои знания теоретической физики на лекциях профессора М. Планка. К тому времени она уже выполнила ряд экспериментов по радиоактивности в Вене. Сотрудничество Гана и Мейтнер продолжалось более 30 лет и привело к результатам исключительного значения \*).

В конце 1912 г. был открыт Исследовательский химический институт вновь созданного Общества Кайзера Вильгельма (в Берлин-Далеме), в котором О. Ган возглавил отдел радиоактивности. Туда же в качестве гостя была приглашена работать доктор Мейтнер, ставшая в 1917 г. руководителем физической секции этого отдела. В 1928 г. Отто Ган стал директором всего института.

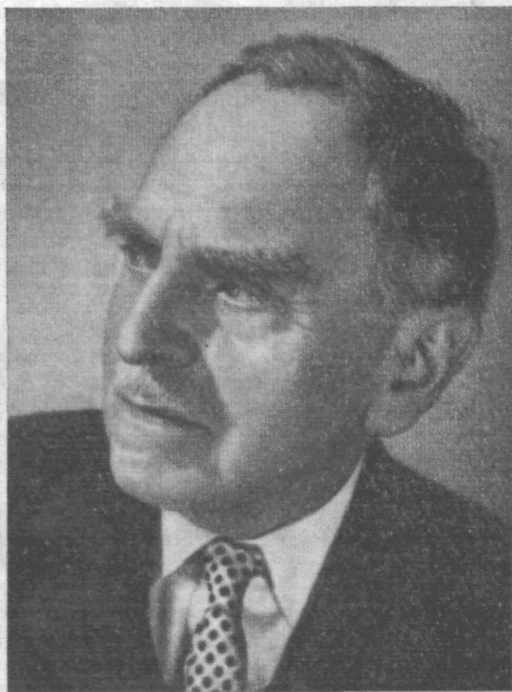
В 1933 г. он читал Беккеровские лекции в Корнелльском университете. Его книга «Прикладная радиохимия», написанная частично на основе этих лекций, обобщает значительную часть его исследовательской работы.

Совместная работа с Лизе Мейтнер окончилась в июле 1938 г., когда она покинула Германию, чтобы избежать преследований нацизма. Ган с сотрудниками продолжал исследования в Институте Кайзера Вильгельма вплоть до марта 1944 г., когда институт был подвергнут бомбежке. Экспериментальная аппаратура была эвакуирована в Вюртемберг, и исследова-

---

\*) Лизе Мейтнер родилась 8 ноября 1878 г. Она скончалась в Англии (куда в 1963 г. переехала из Швеции) 27 октября 1968 г. всего за несколько дней до своего девяностолетия. Ее имя в науке тесно связано с именем профессора Гана, которого она пережила всего на три месяца и который также скончался незадолго до своего 90-летия. (Прим. ред.)

ния продолжались (хотя и в ограниченном объеме) вплоть до апреля 1945 г., когда Ган и ряд ведущих немецких физиков были интернированы в Англию. Он возвратился в Германию в начале 1946 г. и с того времени



Профессор Отто Ган.

живет в Гёттингене \*). Он стал президентом бывшего Общества Кайзера Вильгельма, названного теперь Обществом Макса Планка. С 1960 г. Отто Ган — почетный президент Общества Макса Планка.

#### ОТКРЫТИЯ ЕСТЕСТВЕННО-РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В начале своей фарадеевской речи, произнесенной в 1956 г. в Англии, профессор Ган просил извинения за то, что предмет его исследований так «узок... — только радий и другие радиоактивные вещества». Пытаясь суммировать здесь результаты этих работ, я тоже должен извиниться: эти результаты столь многочисленны и их последствия столь важны, что приходится делать жесткий отбор для того, чтобы рассказать хотя бы о небольшой их части.

За первым шагом Гана в области радиоактивности — открытием радиотория — последовало открытие такого числа естественно-радиоактивных изотопов, какого не имеет на своем счету никакой другой исследователь. Вот они в порядке их открытия и в обозначениях, принятых теперь:  $\text{RdTh}$  (1905 г.),  $\text{RdAc}$ ,  $\text{ThC}'$ ,  $\text{MsTh}_1$ ,  $\text{MsTh}_2$ ,  $\text{AcC}''$ ,  $\text{ThC}''$ ,  $\text{RaC}''$ ,  $\text{Pa}$  (последние четыре совместно с Мейтнер) и  $\text{UZ}$  (1921 г.).

Методы, которые привели к идентификации этих атомных субстанций, в некоторых случаях близки, а в других — значительно различаются.

\*) Отто Ган скончался в Гёттингене 28 июля 1968 года. (Прим. ред.)

Мезоторий был обнаружен благодаря тому, что скорость образования  $RdTh$  из тория была найдена меньшей, чем ожидалась из прямой генетической связи между ними. Справедливость закона смещения, хотя еще и не выясненная в то время, все же помогла найти предполагаемое промежуточное вещество. Так как радиоторий и торий химически неотделимы друг от друга, промежуточная субстанция должна была иметь химическое отличие от них обоих и было нетрудно выделить ее.

Открытие протактиния было лишь частично похоже на открытие мезотория. Поиск материнской субстанции сравнительно короткоживущего актиния велся уже в течение нескольких лет. Согласно закону смещения одна из двух возможностей состояла в том, что такой субстанцией может быть изотоп 91-го элемента. В то время был известен лишь один такой короткоживущий изотоп  $UX_2$  (бревиум). И действительно, в 1918 г. Ган и Мейтнер нашли изотоп после соответствующей химической обработки смоляной обманки \*). Однако это было не так просто, как представля-



Отто Ган и Лизе Мейтнер (1949 г.).

ся сейчас: в других лабораториях, имевших меньше опыта и проявивших меньше настойчивости, этот изотоп не был найден, а Содди и Крэнстон получили его лишь в виде следов, не допускавших дальнейших исследований.

Иным был метод, приведший к открытию  $ThC'$  и  $RaC'$ . В 1909 г. Ган показал, что загадочное поведение  $\alpha$ -излучателя  $RdAc$  было результатом попадания его дочернего вещества  $AcX$  на ближайший электрод: образующиеся атомы получают отдачу в направлении, противоположном направлению  $\alpha$ -частиц. Ган и Мейтнер сразу же приме-

нили этот эффект к другим  $\alpha$ -излучателям и тем самым ввели простейший метод разделения некоторых пар радиоактивных элементов.

Для доказательства существования  $ThC'$  даже не потребовалось выделять его из материнской субстанции  $ThC$ , достаточно было показать, что он испускает наиболее быстрые  $\alpha$ -частицы из всех известных в природе радиоактивных элементов. Позднее было найдено, что он имеет период полураспада  $3 \cdot 10^{-7}$  сек и, следовательно, разделение невозможно.

Обширный опыт, приобретенный в этих и других исследованиях, выполненных его собственными руками, и в равной мере исключительная самокритичность и точность явились предпосылкой наибольшего успеха О. Гана — открытия деления ядер урана.

\*) 91-й элемент был открыт К. Фаянсом и О. Гёрингом в 1913 г. в виде его короткоживущего изотопа  $UX_2$ . Авторы называли его «бревиум» от латинского *brevis* — кратковременный. Однако Ган и Мейтнер, а также Содди и Крэнстон открыли долгоживущий изотоп этого элемента, период полураспада которого по современным данным 34 300 лет. Они назвали его протактинием, и это название утвердилось за 91-м элементом. (Прим. ред.)

## ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР

Как хорошо известно, все началось с того момента, когда Энрико Ферми с сотрудниками, бомбардируя уран нейтронами, нашли в 1934 г. радиоактивные элементы, для которых наиболее подходящим в периодической системе представлялось место за ураном. Эти опыты были повторены и продолжены многими исследователями, в том числе Ганом и Мейтнер (начиная с 1935 г.) и позднее (1937 г.) ими же вместе с Ф. Штрассманом. Тогда они также согласились с интерпретацией Ферми. Вплоть до 1938 г. казалось, что многочисленные трансурановые радиоактивные элементы получаются бомбардировкой урана и тория нейтронами. Химическую природу многих из них определить было трудно. Эта ситуация сохранялась до тех пор, пока Ган и Штрассман не нашли среди них субстанции, сопровождавшие барий в химических реакциях и определенно имевшие свойства щелочноземельных элементов. Первоначально представлялось, что это были новые изотопы радия. Нейтронные источники, использовавшиеся в этих экспериментах, были довольно слабы, и соответственно невелика была активность бариевых препаратов. Чтобы концентрировать предполагавшиеся радиевые изотопы, был использован обычный метод дробной кристаллизации. Однако попытка оказалась совершенно неудачной: активность всегда оставалась с барием, а не с добавлявшимися в смесь изотопами радия \*). Это означало, что щелочноземельные элементы, возникавшие при нейтронной бомбардировке урана, были не изотопами радия, а изотопами бария, которые в периодической системе весьма отдалены от исходного элемента. Этот факт противоречил всему опыту, накопленному ранее для естественных и искусственных ядерных превращений.

Нет ни возможности, ни необходимости рассказывать здесь о дальнейшем росте того великолепного здания, которое было воздвигнуто на этом фундаменте. Однако, пожалуй, оправданным при чествовании Отто Гана будет отметить, насколько велика для него была роль его основного коллеги в течение многих лет работы — Лизе Мейтнер. Статья, которую Ган и Штрассман рассматривали как окончательное доказательство факта образования изотопов бария, оканчивается замечанием, что быстрая идентификация многих наблюдаемых ими радиоактивных элементов была бы невозможной без опыта, полученного во время их сотрудничества с Лизе Мейтнер. Странной игрой судьбы оказалось то обстоятельство, что сообщение, в котором впервые обсуждались изотопы радия, было первой публикацией Гана и Штрассмана без Лизе Мейтнер после того, как она оставила работу в лаборатории. Но духовный контакт оставался, и когда они послали в журнал «Naturwissenschaften» сообщение о том, что предполагавшиеся изотопы радия являются изотопами бария, Ган сразу же информировал Мейтнер. Она получила его письмо в канун Рождества 1938 г. в маленьком курортном местечке в Швеции, где ее навещал племянник О. Фриш. Вместе они предложили трактовку нового явления, которую Ган определил в своей автобиографии как «правильное объяснение». Мейтнер и Фриш предложили также сам термин «деление», заимствованный из биологии.

---

\*) В краткой лекции невозможно рассказать всю историю открытия. Дополняя рассказ, следует отметить, что И. Жолио-Кюри и П. Савич обнаружили искусственно радиоактивный актиний, исследовав который они пришли к выводу, что это скорее лантан, а не актиний. При облучении урана нейтронами получают  $\beta$ -радиоактивные вещества, поэтому, принимая во внимание закон смещения Фаянса—Содди, сразу получаем, что актиний ( $Z = 89$ ) должен быть продуктом радия ( $Z = 88$ ), а лантан ( $Z = 57$ ) — бария ( $Z = 56$ ). То, что это в самом деле барий, а не радий, совершенно достоверно доказали Ган и Штрассман. (Прим. ред.)

## ПОЧЕСТИ

Принято перечислять награды, присужденные знаменитости, как выражение уважения к его личности и свершениям. Отто Гану присуждено около шести степеней почетного доктора; он является действительным членом, а также почетным членом многих научных обществ, среди которых 12 Академий наук; он почетный гражданин Франкфурта, Майна и Гёттингена. Он получил три медали и награжден тремя орденами. Ему присуждена Нобелевская премия по химии за 1944 г. В Берлине в 1959 г. был создан институт ядерных исследований имени Гана и Мейтнер.

Подготовка к этой лекции явилась поводом для возобновления моей связи с нашим пионером атомного ядра, которая началась 55 лет назад. Я сердечно желаю ему долгих лет хорошего здоровья и чувства удовлетворения своими великими достижениями.